



УДК 577.35:612.135:615.27

**HYPOTHESIS OF PROTON STIMULATION OF REGIONAL BLOOD
MICROCIRCULATION****ГІПОТЕЗА ПРОТОННОЇ СТИМУЛЯЦІЇ РЕГІОНАЛЬНОЇ МІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ
КРОВІ****Shaplavskiy N. V. / Шаплавський Н. В.***d.m.s., prof. / д.м.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-9086-5355

Hutsul O. V. / Гуцул О. В.*c.ph.-m.s., assistant c.t.s., as.prof. / к.фіз.-мат.н., асистент*

ORCID: 0000-0003-0622-8084

Shalajeva A. V. / Шалаєва А. В.*senior lecturer / старший викладач*

ORCID: 0000-0002-3356-721X

*Higher State Educational Establishment of Ukraine «Bukovinian State Medical University»,
Chernivtsi, Theatralna sq. 2, 58002**Вищий навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет»,
Чернівці, Театральна пл. 2, 58002*

Анотація. Фізичними методами аналізу реєструється фізіологічна функція локального збільшення об'ємної швидкості мікроциркуляції крові в десятки разів. У роботі вперше висвітлюється гіпотеза, що здатна пояснити це. Проводиться обґрунтування механізму протонної стимуляції регіональної мікроциркуляції крові в основі якої лежить первинний імпульс катаболізму, що активує градієнт рН потенціал між тканинами і глікокаліксами компартментів крові і капілярів. Автори вважають, що цей миттєвий, внаслідок формування дисипативної структури води, процес змінює рН крові у фізіологічних межах, що, зрештою, стимулює автономну рушійну силу крові в капілярах за рахунок роботи еритроцитів і капілярів.

Ключові слова: регуляція мікроциркуляції, протони, вода, дисипативні структури, ефект Гротгуса

Вступ.

Добре відомі факти локального об'ємного зростання кровообігу в капілярах в 50 – 70 разів. Пояснення цього феномену – проблема, що потребує вирішення [1].

Основной текст

За інстинктивних, нерідко неусвідомлених рухів, чи інтенсивного миттєвого зростання потреби в енергії, виникає дисонанс між генерацією конвертованих носіїв вільної енергії та їх утилізацією. У існуванні такого дисонансу немає сумнівів. У живій системі існує ряд механізмів «запасання» субстратів її генерації (O_2 в – міоглобіні), готових макроергфосфатів (креатинфосфат), μH^+ , μNa^+ (на мембранах) тощо.

Індуктором таких термінових процесів може бути лише зростання кислотності (рН), що неминує виникає у окремих тканинах за таких екстремальних умов внаслідок нервового стимулу руху і наступного імпульсу катаболізму (гліколіз, утворення лактату) до розвитку адаптивних реакцій нейрогуморального змісту, формування стресу, а згодом ці процеси розгортаються синхронно.



Цілком очевидно, що зростання рН у тканинах миттєво призводить до виникнення ΔpH між клітинами і кров'ю капілярів, градієнт потенціалу, проти якого протони неминуче спрямовуються до крові. Коректно припустити, що величина такого потенціалу зумовлює інтенсивність формування дипольних водяних ниток між клітинним і середовищем капілярної крові (нитки Бернала - Фаулера) [2], а за ефектом Гротгуса (**рис.1**) на кожен протон, що атакує нитку в тканині, у капілярі вона віддає протон у кров (так звана дальнодія).

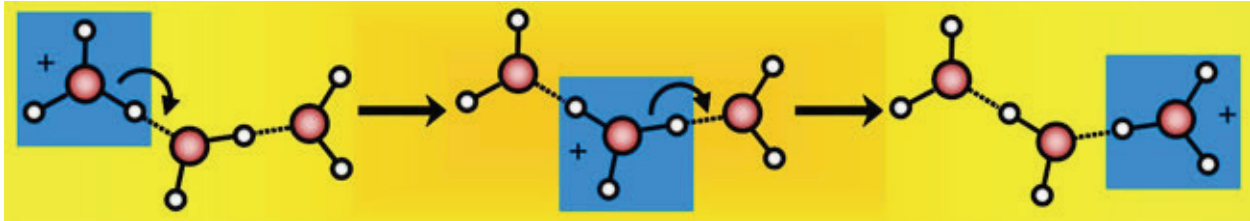


Рис. 1 Ефект Гротгуса

Вода, що як відомо, має низький поріг формування дисипативних структур є наріжним фактором вищезначеного процесу. Він відбувається за доли секунди, якими вимірюються квантові перетворення. Далі, як відомо, за вільні протони приймаються буферні системи і, зрештою ацидо- та амонійгенез у нирках. Але перш ніж кров сягне таких перетворень, лімітованих швидкістю ферментативних перетворень та швидкістю мікроциркуляції, враховуючи дивовижну рухливість протонів, важко позбавитись висновку, про першочергове насичення глікокаліксів компартментів крові – ендотелію, формених елементів, білків протонами. Це неминуче індукує зріст поляризації іоногенних груп зазначених компартментів – карбоксильних, сульфгідрильних тощо. Тобто зростає гідрофільність цієї надмолекулярної структури, а з нею об'єм гідратних оболонок, зростає притік венозної води. Важливо, що ці зміни відбуваються в межах фізіологічної динаміки рН, а саме від рН 7,45 до рН 7,35, за концентрацій від 35 до 45 нМ H^+ /л, тобто, у тих межах, коли відбувається поляризація іоногенних груп активних центрів практично всіх ензимів за схемою: $EnzH \leftrightarrow Enz^-$.

Спорідненість до води, зменшення бар'єру реакцій метаболізму, напевно, неповний перелік поляризуючої дії рН. Кислотність має впливати на швидкість зв'язування, наприклад, гормонів з тканинними мішенями, скажімо, катехоламінів з мембранними йоногенними групами, включаючи відповідні клітинні функції. Тобто активність гормонів, принаймні згаданих тут, має регламентуватись не лише їх концентрацією, а й рівнем поляризації активних центрів тканин мішенів.

Спираючись на вищезначене стає очевидною поліфункціональна біофізична дія рН. Треба думати, що саме вона забезпечує рівність густини тенденцій від'ємних зарядів кристалогідратних оболонок учасників мікроциркуляції крові та реалізації ефекту Форреуса-Ліндквіста, бо у противному разі виникло би тертя, що заблокувало би цей ефект.

Всім добре відомо, кровообіг у тканинах, що посилено працюють, підвищується автономно. Швидкість мікроциркуляції в окремих органах може



збільшуватись в десятки разів. За нині діючими переконаннями медичного змісту, як зазначалось нами раніше, пояснення цього ефекту відсутнє. Тут вперше висвітлюється біофізичний механізм щойно зазначеного регіонального посилення мікроциркуляції.

Звернемося до розгляду стану еритроцита в капілярі за умов зростання рН в межах фізіологічних флуктуацій, що є наслідком імпульсу катаболізму. До включення гуморальних ланок адреналін має діяти вже внаслідок посилення його спорідненості з активними центрами його мішеней. Участь цього гормону за регуляції рушійної сили еритроцитів у капілярах та дисипативної структури у контакті еритроцит – капіляр нами висвітлені раніше [2, 3, 4]. Для термінового і тривалого забезпечення автономної рушійної сили крові у капілярах еритроцит має ресурс готової АТФ (як зазначалось [3], єдине утворення біологічної системи, що може накопичувати вільну енергію), має субстратний ресурс 2,3 дифосфогліцерату, що, зрештою дає АТФ і той же лактат. На вході в капіляр цей субстрат (акумулює близько 70% органозв'язаного фосфату), як вважають, знижує спорідненість O_2 до гемоглобіну. При переході до проксимальної частини він утилізується, бо розгортаються процеси, приведені у щойно згаданих роботах [2,3,4.]. Словом, посилення регіонального капілярного току крові регламентується тканинною генерацією рН, яке здане збільшити активність універсального автономного механізму рушійної сили еритроцитів [3], що є наріжним фактором ефективної мікроциркуляції за постійним змінним перерозподілом інтенсивності функцій органів і систем.

Ця робота є послідовним продовженням наших досліджень, деякі з них доводиться приводити тут для обґрунтування «хімічної» складової в регуляції регіонального кровотоку на рівні субстратів і продуктів генерації вільної енергії, що використовується в процесах локального посилення мікроциркуляції. Напевно динаміка субстратів і продуктів хімічних реакцій є наріжними інстанціями каскадів регуляторних каскадів біологічної системи.

Аналіз деяких публікацій у контексті статті

Слід зазначити, що подібні проблеми стають предметом уваги й інших дослідників. Так, наприклад, з'явилися роботи, де автори визнають неспроможність сучасної медицини пояснити процеси кровообігу. «Медицине известны факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам. Но все они вызывают большие сомнения в их энергетических возможностях для обеспечения процесса кровообращения» [5].

Треба сказати, що автори, які фігурують у щойно згаданій роботі, не залежно від нас дійшли висновку про виключну роль від'ємного заряду складових крові за її циркуляції, користуючись поняттям «електрораспор (электроотталкивание одноименных зарядов)», аналогічно до нашого – зона від'ємного гіперзаряду» [3]. І, навіть, висловили думку про перехід механічного імпульсу крові, що здатний спровокувати зміну мембранного потенціалу за рахунок внутрішньої енергії клітини. До речі, з цього розпочинається робота рушійної сили крові за участі еритроцитів [3].

Але, хоча у приведеній роботі зазначається, що кров на 92% складається з



води, її участь у кровообігу не розглядається. Та й загалом не розглядаються молекулярні, морфофункціональні механізми динаміки зарядів, що формують електромагнетизм крові, котрий якраз і складає «енергетические возможности» цього процесу. Однак, знайомство з такими роботами породжує надію, що, зрештою, для виявлення патогенезу «невиліковних» захворювань зусиллями вчених будуть детально розшифровані біофізичні механізми мікроциркуляції та їх порушення.

На шляху вирішення цих проблем стоїть відокремленість існуючого сьогодні вчення про дисипативні структури живих систем, квантовою механікою, відомою конкретикою молекулярної архітекtonіки, наприклад, глікокаліксу і, головне – фізикою води за формування векторних потоків енергії, що неминуче виникають в біологічних дисипативних структурах, потоків, що і є рушійною силою природи. Так у роботі Косарева А.В. [6], що поза сумнівом відображає сучасний високий рівень теорії дисипативних структур, немає ні слова про квантові перетворення вищезазначених потоків енергії, їх специфічну обумовленість електромагнетизмом біоорганічного оточення з атрибутивними типовими і динамічними утвореннями води тощо. Те, що аналіз останніх є вкрай актуальною проблемою стає ясным хоча б із того, що медуза, яка складається з води на 99%, має всі функції живої істоти.

З таких міркувань стає ясно, що розшифрування біофізичних механізмів мікроциркуляції крові виходить за межі даної проблеми. Теоретична розробка цих задач набиратиме все більшої необхідності. Дослідження фізичної динаміки води у біологічних системах в кінці минулого століття зіштовхнулося з проблемою «непрозорості» формування дисипативних структур за участю води для сучасних фізичних методів аналізу.

Повертаючись до механізмів регуляції швидкості мікроциркуляції тепер можна зазначити, що первинним подразником цього процесу є не механорецептори [1], які реагували б на механічну напругу в утвореннях ендотелію, а ті фактори, що її викликають і представлені нами на ваш розгляд. Щодо десятків гуморальних регуляторів швидкості кровообігу, то рано чи пізно, їх дія буде проаналізована на біофізичному рівні з позицій електромагнетизму живої системи. Лише за цієї умови стане ясною специфіка кожного з них у реалізації послідовності процесів, і поза сумнівом автономних, що генерують, зрештою, механічну енергію руху крові.

У клініці накопалося чимало запитань щодо мікроциркуляції крові, точніше проблем, зумовлених загальноприйнятою доктриною кровообігу. Наприклад, чому при цукровому діабеті відбувається поступова руйнація капілярів? Зазначені деструктивні процеси розвиваються у першу чергу в ногах, нирках, сітківці ока з відомими клінічними наслідками. Відповідь напрошується сама, бо саме в цих осередках енергетичне навантаження на регіональну мікроциркуляцію є вочевидь найвищим. Зокрема, акт зору поглинає 75% всієї енергії нервової системи. Типовим наслідком цукрового діабету є утворення кетонових тіл. Слушно зробити висновок, що за таких умов глікокалікс капілярів названих органів зазнає суттєвої атаки β -оксимасляної, ацетооцтової кислот та ацетону. Названі кислоти за зростання концентрації



здатні вивести вміст протонів в ньому за межі фізіологічних (адаптивних) флуктуацій, не говорячи вже про наслідки дії полярного розчинника – ацетона. Це вочевидь здатне спровокувати асиметрію зарядів гідратних оболонок компартментів крові і до виникнення тертя в капілярах з наступною їх альтерацією.

Враховуючи викладені тут основні положення механізму протонної стимуляції регіональної мікроциркуляції крові, стає очевидною небезпека порушень серцевої діяльності при цукровому діабеті за зростання фізичних навантажень. Якщо це відбувається на фоні ацидозу, пов'язаному з недостатнім постачанням кисню, посилюється комплекс факторів локального зростання тертя в капілярах з наступним дефіцитом АТФ в тканинах серця, зростанням збудливості окремих його зон, неминучим виникненням атопічних осередків потенціалу дії зі спотворенням ритму та амплітуди серцевих скорочень.

Є багато питань і до сучасних уявлень про морфологію капілярної мережі. Не дивлячись на розмаїття таких структур у різних органах, неможливо знайти відповідь на те, яким чином вона забезпечує артеріальною кров'ю клітини, що огортають дистальний відділ капілярів, де формується венозна кров. Важко позбавитися припущення, що артеріоли і венули теж розміщені у тканин попарно, тоді артеріальна кров проксимальної частини найкоротшим шляхом має потрапити в дистальний відділ сусіднього капіляру, де кров рухається антероградно. Враховуючи динаміку архітекtonіки капілярних мереж в ранньому онтогенезі можна дійти висновку, що при цукровому діабеті, як відомо, «горять» не тільки шунти, а й самі капіляри. Щодо селективного розподілу артеріальних та венозних потоків у міжклітинних структурах є лише припущення, висвітлені нами раніше [2]. Цікаво, що нитковидні тяжі від клітин до капілярів спостерігав за електронної мікроскопії академік А.М.Чернух [7]. Можливо то були елементи дисипативних структур, позбавлених води за приготування препаратів.

Заключення та висновки.

Розглянуто необхідність врахування механізму автономної стимуляції мікроциркуляції крові, в якому поза сумнівом приймають участь відомі численні гуморальні фактори, коли зрештою виясниться їх біофізичний зміст. А поки що у потоці дисертаційних досліджень, присвячених строкатому патогенезу різновидів цукрового діабету та й іншої патології, у їх переважній більшості термін мікроциркуляція взагалі відсутній.

Література:

1. Шаплавський М. В. Напряга зсуву в гемодинаміці як концептуальна проблема медико-біологічного змісту. Бук. мед. вісник. 2017.
2. Біофізичні механізми мікроциркуляції крові / [О. В. Гуцул, М. В. Шаплавський, В. З. Слободян та ін.]. – Чернівці: Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», 2017. – 152 с.
3. Шаплавський М.В. Біоінертизація як біологічна функція.– Чернівці: Прут, 1996. – 184 с.
4. O. V. Gutsul, N. V. Shaplavsky, V. V. Buzhdygan, V. Z. Slobodian A charge



of the erythrocyte test by automated method. Journal of Biomedical Science and Engineering. 2012. V5, № 4. С. 186–189.

5. Бочаров М. Е. Электрическая составляющая кровообращения. Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 13. С. 2511–2515

6. Косарев А.В. Движущие силы и энергетические потоки на клеточном уровне. «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.23822, 13.10.2017.

7. А. М. Чернух, П. Н. Александров, О. В. Алексеев Микроциркуляция. М.: Медицина, 1975. 456 с.

References:

1. Shaplavskij M. V. Napruga zsuvu v gemodinamici yak konceptualna problema mediko-biologichnogo zmistu. Buk. med. visnik. 2017.

2. Biofizichni mehanizmi mikrocirkulyaciyi krovi / [O. V. Gucul, M. V. Shaplavskij, V. Z. Slobodyan ta in.]. – Chernivci: Vishij derzhavnij navchalnij zaklad Ukrayini «Bukovinskij derzhavnij medichnij universitet», 2017. –152 s.

3. Shaplavskij M. V. Bioinertizaciya yak biologichna funkciya.– Chernivci: Prut, 1996. – 184 s.

4. O. V. Gutsul, N. V. Shaplavsky, V. V. Buzhdygan, V. Z. Slobodian A charge of the erythrocyte test by automated method. Journal of Biomedical Science and Engineering. 2012. V5, № 4. P. 186-189.

5. Bocharov M. E. Elektricheskaya sostavlyayushaya krovoobrasheniya. Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept». 2015. T. 13. S. 2511–2515

6. Kosarev A.V. Dvizhushie sily i energeticheskie potoki na kletochnom urovne. «Akademiya Trinitarizma», М., Эл № 77-6567, publ.23822, 13.10.2017.

7. А. М. Чернух, П. Н. Александров, О. В. Алексеев Микроциркуляция. М.: Медицина, 1975. 456 с.

Abstract. *A physiological function of the local increase in the volume velocity of blood microcirculation in dozens of times is recorded by physical methods of analysis.*

The hypothesis capable of explaining this phenomenon is for the first time covered in the paper.

The justification of the mechanism of proton stimulation of the regional microcirculation of blood, which is based on the primary impulse of catabolism, which activates the pH gradient potential between tissues and glycocalyxes blood compartments and capillaries, is carried out.

The authors believe that this instant process, due to the formation of a dissipative structure of water, changes the pH of the blood in the physiological limits at concentrations from 35 to 45 nM H⁺ / l.

Water and protons in these processes are of paramount importance, since the crystalline structures of the glycocalyxes limit water and protons their degree of freedom, and the gradient pH potential forms the Bernal-Fowler strands with the subsequent Grotthuss effect.

In this paper the authors express the conviction that in vivo in the indicated fluctuations of the protons level the latter change their polarizing effect on the ionogenic groups of microcirculation compartments, and on erythrocyte tissues of adrenaline targets in particular.

This ultimately promotes the autonomous force of blood flow in the capillaries due to the work of red blood cells and capillaries

On the example of known diabetic disorders of blood microcirculation, the capillary alterations genesis is carried out with increasing pH induced by ketone bodies.

Key words: *regulation of microcirculation, protons, water, dissipative structures, Grotthuss effect.*

Рецензент: д.біол.н., проф., Мислицький В.Ф.

Стаття відправлена: 29.08.2018 р.

© Шаплавський М.В., Гуцул О.В.